

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра економічної кібернетики та інформаційних технологій

Допущено до захисту
Завідувач кафедри
Якуб Є. С. _____
(підпис)
“ ” _____ 2018р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістра
зі спеціальності 051 Економіка
за магістерською програмою професійного спрямування
Економіко-математичне моделювання

на тему:
**«Прогнозування розвитку сільського господарства засобами
агентного моделювання»**

Виконавець:

Студент
Обліково-економічного факультету
Мороз Максим Дмитрович _____

/підпис/

Науковий керівник:

д.е.н., професор
Меджибовська Наталія Семенівна _____

/підпис/

АНОТАЦІЯ

Мороз М. Д. , «Прогнозування розвитку сільського господарства засобами агентного моделювання»,
кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра зі спеціальності
«051 Економіка» за магістерською програмою «Економіко-математичне моделювання»,
Одеський національний економічний університет
м. Одеса, 2018 рік

Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 89 сторінок, містить 28 рисунків та 7 таблиць, список використаної літератури включає 79 джерел. Об'єкт дослідження – Ринок зерна соняшника України.

У роботі розглядаються теоретичні аспекти сучасного стану та перспектив розвитку сільського господарства України, світовий досвід розвитку сільського господарства. Проаналізовано сучасний стан та тенденції розвитку ринку соняшнику України, розглянуто використання засобів моделювання для прогнозування розвитку сільського господарства, обґрунтовано доцільність використання агентного моделювання для прогнозування розвитку сільського господарства. Запропоновано адаптовану для ринку соняшника модель Competition in Global Pulp Market, проведено експерименти з адаптованою моделлю, виконано прогнозування показників розвитку ринку соняшнику України.

Ключові слова: сільське господарство, агентне моделювання, ринок соняшника, прогнозування, розвиток сільського господарства .

ANNOTATION

Moroz M. D., «Agricultural development forecasting by tools of agent modeling»,
thesis for Master degree in specialty «051 economics» under the program
«Economic and mathematical modeling»,
Odessa National Economic University
Odessa, 2018

Thesis consists of introduction, three chapters, conclusions, list of source used. The total volume of the work includes 88 pages, contains 28 pictures and 7 tables, the list of used literature includes 79 sources. Object of study – Ukrainian market of sunflower seed.

Diploma thesis deals with theoretical aspects of the current state and prospects of agricultural development in Ukraine, the world experience of agricultural development. The current state and trends of the Ukrainian sunflower market development are analyzed, the use of modeling tools for forecasting the development of agriculture is considered, the expediency of using agent modeling to forecast the development of agriculture is substantiated. The model «Competition in Global Pulp Market» adapted for the sunflower market was proposed, experiments with the adapted model were carried out, forecasting indicators of the market for sunflower in Ukraine was carried out.

Keywords: agriculture, agent modeling, sunflower market, forecasting, agricultural development

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	6
1.1. Історія і сучасний стан сільського господарства в Україні.....	6
1.2. Світовий досвід розвитку сільського господарства	17
1.3. Проблеми та перспективи розвитку сільського господарства в Україні.....	24
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	29
2.1. Використання моделювання для прогнозування розвитку сільського господарства	29
2.2. Сучасний стан та перспективи ринку соняшника в Україні	47
2.3. Моделювання розвитку ринку соняшника в Україні	55
РОЗДІЛ 3. ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ РИНКУ СОНЯШНИКА В УКРАЇНІ	65
3.1. Моделювання різних ситуацій розвитку ринку соняшника в Україні	65
3.2. Прогнозування розвитку сільського господарства в Україні на прикладі ринку соняшника	68
ВИСНОВКИ	78
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	81

ВСТУП

Сільське господарство, як основна складова частина агропромислового комплексу є одним з ключових секторів економіки країни. Сільське господарство України є досить перспективною галуззю та одним із лідерів експорту продукції рослинництва та тваринництва на світових ринках. Окрім того, сільське господарство є основною рушійною силою для розвитку економіки країни та забезпечення добробуту населення.

Подальший розвиток сільського господарства в Україні неможливий без глибокого і всебічного аналізу сучасного стану організаційно-економічного механізму інноваційного розвитку сільського господарства, що дозволяє дати оцінку і розробити засади реалізації інноваційної політики, активна реалізація якої забезпечить необхідний розвиток галузі.

У зв'язку з цим актуальними є комплексне дослідження теоретичних та практичних аспектів розвитку сільського господарства, його організаційно-економічного механізму, розробка стратегічних напрямків, які сприяють підвищенню економічної ефективності в сільському господарстві України.

Сільськогосподарський ринок являє собою складний комплекс, який з одного боку забезпечує взаємозв'язок між сільськогосподарським виробництвом та споживанням сільськогосподарської продукції, безперервність процесу відтворення, його цілісність. З іншого боку сільськогосподарський ринок являє собою сферу обігу, сукупність процесів купівлі-продажу, збалансованих за рахунок цін. Тому виникає складність у моделюванні цього сектору економіки.

Найбільш універсальним і потужним інструментом для моделювання сільського господарства є агентне моделювання, тому що воно дозволяє врахувати будь-які складні структури, що містять великі кількості активних об'єктів і їх поведінку (у разі моделювання сільськогосподарського ринку - дрібних фермерів, агрохолдингів, сільськогосподарських товарів і т. п.).

Використання агентного моделювання дозволить детально дослідити економічну ефективність сільськогосподарських підприємств України та спрогнозувати розвиток сільськогосподарського ринку.

Наукова новизна дослідження полягає у розкритті агентного моделювання, як інструмента для прогнозування розвитку сільського господарства та його окремих галузей.

Теоретичне та практичне значення полягає у поглибленні розуміння розвитку сільського господарства за допомогою використання агентного моделювання та надання рекомендацій спрямованих на підвищення темпів розвитку сільського господарства в Україні на прикладі ринку соняшника.

Метою кваліфікаційної роботи є адаптація багатоагентної моделі сільського господарства та аналіз можливих ситуацій розвитку сільського господарства на основі адаптованої моделі, проведення їх оцінки з послідуєчим прогнозом.

Завдання кваліфікаційної роботи:

- Розглянути особливості розвитку сільського господарства в Україні і світі.
- Адаптувати багатоагентну модель Competition in Global Pulp Market для ринку зерна соняшника.
- Проаналізувати сучасний стан та тенденції розвитку ринку соняшнику України.
- Змоделювати різні ситуації розвитку ринку соняшника.
- Проаналізувати отримані результати та можливості розвитку моделі.
- Зробити прогноз показників розвитку ринку соняшника України.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є ринок зерна соняшника України.

Предметом дослідження виступає багатоагентна модель сільського господарства на прикладі ринку зерна соняшника України.

У роботі були використані наступні **методи дослідження**: системний аналіз, агентне моделювання, графічні методи аналізу, методи узагальнення та синтезу, статистичного аналізу. У ході роботи було адаптовано демо-модель «Competition in Global Pulp Market» для ринку соняшника України за допомогою програмного забезпечення «AnyLogic Personal Learning 8.3.2».

Інформаційну базу кваліфікаційної роботи складають наукові статті та навчальні посібники з вивчення розвитку сільського господарства та моделювання сільського господарства вітчизняних та закордонних вчених, демо-модель «Competition in Global Pulp Market», аналітична та теоретична інформація, розрахункові дані ринку сільського господарства України.

Структура дослідження. Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 89 сторінок, містить 28 рисунків та 7 таблиць, список використаної літератури включає 79 джерел.

ВИСНОВКИ

Сільське господарство – галузь української національної економіки, яка є стратегічно важливою та забезпечує Україні продовольчу незалежність і дає значній частині сільського населення робочі місця, що не менш важливо. Економічні можливості аграрного сектора України використовуються не повністю. Сільське господарство забезпечує більше 50% фонду споживання населення та є одним із лідерів серед секторів економіки в товарній структурі експорту, а також вже багато років має позитивне зовнішньоторговельне сальдо.

В даний час державна політика сільського розвитку в Україні далека від досконалості, оскільки в ній чітко простежуються мотиви секторального підходу. Безумовно, принципи і механізми реалізації державної політики розвитку сільських територій в ЄС і США не зовсім придатні до України, проте їх адаптація дозволить уникнути помилок, через які вже пройшли ці країни.

Основними стратегічними напрямками розвитку сільського господарства в Україні мають бути: вдосконалення нормативно-законодавчої бази, яка б забезпечувала стабільний розвиток сільського господарства; виробництво органічної, безпечної та екологічно чистої сільськогосподарської продукції; встановлення ринкових цін на продукцію, які забезпечуватимуть рентабельність її виробництва для основної маси виробників; упровадження досягнення науково-технічного прогресу та інновацій; залучення молодих людей у сільське господарство; забезпечення гідної оплати праці в сільському господарстві.

Уроки, які повинні розглядатися тими, хто хоче створити сприятливі умови для розробки моделей сільськогосподарської системи наступного покоління та допомогти спільноті розробників уникати помилок:

- Використання капіталу під час криз.
- Застосування відкритих, узгоджених даних.
- Впровадження технологічних досягнень

- Використання модульності та взаємодії між модулями.
- Розвиток міжвідомчої співпраці.
- Розробка користувальницьких моделей

Зацікавленість аграріїв у вирощуванні соняшникового насіння пояснюється високою його прибутковістю, про що свідчать проведені розрахунки та дані офіційної статистики. Сприятлива цінова ситуація надаватиме можливість отримувати високий рівень прибутковості цього олійного насіння у поточному та новому сезонах.

На основі моделі Competition in Global Pulp Market була розроблена багатоагентна модель розвитку ринку сільського господарства на прикладі ринку соняшника. За основу моделювання було обрано три концепції національного та регіонального рівня ЄС: галузева, перерозподільча, територіальна. Відповідно до особливостей концепцій були відрегульовані вхідні дані моделі.

В результаті проведення низки комп'ютерних експериментів було виявлено, що для розвитку ринку соняшника України оптимальним буде використання територіальної концепції розвитку сільського господарства.

На основі моделювання територіальної концепції розвитку сільського господарства було зроблено прогнози.

За прогнозом зробленим на основі проведеного експерименту ціна при територіальній концепції за 10 років знизиться з 412,5 долари США за тонну до 398 доларів США за тонну при незмінному попиті. І знизиться з 412,5 долари США за тонну до 385,8 доларів США за тонну при зростаючому попиті (Якщо попит збільшувати на 2-3млн.тонн щорічно).

В результаті проведення експерименту з моделлю відповідно територіальної концепції розвитку сільського господарства при незмінному попиті було встановлено, що прогнозований об'єм вирощування соняшника зросте за десять років з 17 млн. тонн до 19,7 млн. тонн тобто на 16% при

незмінному попиті, а зі зростаючим попитом (Якщо попит збільшувати на 2-3млн.тонн щорічно відбудеться) прогнозований об'єм вирощування соняшника зросте за десять років з 17 млн. тонн до 38,6 млн. тонн тобто на 127%.

Сукупний капітал агрохолдингів за прогнозом зросте з 153,6 млн. доларів США до 1570 млн. доларів США за десять років, тобто приблизно в 10,2 раз.

При дуже стрімкому зростанню попиту на зерно соняшника, потужності агрохолдингів може бути недостатньо, щоб задовольнити потребу у зерні. Через це можливе дуже велике стрімке та неконтрольоване зростання ціни на зерно соняшника. При такому зростанні попиту необхідно залучати додаткові інструменти державного регулювання задля швидкої стабілізації цін на ринку.

Модель можна адаптувати і використовувати у інших галузях сільського господарства для подальших досліджень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про стимулювання розвитку сільського господарства на період 2001-2004 роки» від 18 січня 2001 р. № 2238-III [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2238-14>
2. Волковинський В. М., Хоптяр Ю. А. Столипінська аграрна реформа // Енциклопедія історії України : у 10 т. – К: Наук. думка, 2012. – 859 с.
3. Земельний кодекс України, перша редакція – Прийняття від 18.12.1990 [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/561-12>
4. Постанова «Про земельну реформу», перша редакція – Прийняття від 18.12.1990 [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/563-12/ed19901218>
5. Закон України «Про пріоритетність соціального розвитку села й АПК у народному господарстві» [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/400-12>
6. Аграрне право України: Підручник / За ред. О.О. Погрібного. – К.: Істина, 2006. –. 448 с.
7. Декрет Кабінету Міністрів України «Про приватизацію земельних ділянок» [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/15-92/ed19921226>
8. Указ Президента України «Про невідкладні заходи щодо прискорення земельної реформи у сфері сільськогосподарського виробництва» [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/666/94/ed19941110>
9. Постанова Кабінету Міністрів України «Про хід виконання Закону України «Про селянське (фермерське) господарство» [Електронний ресурс] /

Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/19-93-%D0%BF/conv>

10. Указ Президента України «Про невідкладні заходи щодо прискорення реформування аграрного сектора економіки» [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1529/99>

11. Вергунов В. А. Історія ведення сільського господарства в Україні у системі державного регулювання / Вергунов В. А. // *Зерно*. – 2014. – № 3. – С. 126-130.

12. Регіональні інвестиційні проекти// Міністерство Аграрної Політики та Продовольства України [Електронний ресурс]. – Режим доступу:http://www.minagro.gov.ua./system/filesРегіональні%20інвестиційні%20проекти%20в%20АПК%20України_0.pdf30

13. Капітальні інвестиції у сільське господарство // Міністерство Аграрної Політики та Продовольства України [Електронний ресурс]. – Режим доступу:<http://www.minagro.gov.ua./system/files/Інвестиції%20у%20січні-вересні%20%202018.pdf>

14. Методика розрахунку індексу обсягу сільськогосподарського виробництва // Державна Служба Статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ukrstat.org/uk/metod_polog/metod_doc/2009/53/metod.htm

15. Русан В. М., Жураковська Л. А. Пріоритети забезпечення зовнішньоторгівельної безпеки на аграрному ринку України // Національний інститут стратегічних досліджень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/2725>

16. Стан АПК у січні-вересні 2018 року // Міністерство Аграрної Політики та Продовольства України [Електронний ресурс]. – Режим доступу:<http://www.minagro.gov.ua./system/files/Стан%20АПК%2010%20міс%202018.pdf>

17. Продуктивність праці в сільськогосподарських підприємствах // Державна Служба Статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2006/sg/sg_rik/sg_u/pp_sgp_u.html

18. Гром'як Д.М. Соціально-економічні засади комплексного розвитку сільських територій [Електронний ресурс] / Д.М. Гром'як // Міжнародна інтернет-конференція «Актуальні проблеми економіки, обліку та менеджменту». – Режим доступу: http://www.viem.edu.ua/konf_V4_1/art.php?id=0606.

19. Нелеп В.М. Планування на аграрному підприємстві: підручник [Електронний ресурс] / В.М. Нелеп. – К.: КНЕУ, 2004. – 495 с. – Режим доступу: <http://buklib.net/books/21929/>

20. Пантелеева О.И. Особенности реализации программ развития сельских территорий в США и странах Евросоюза / О.И. Пантелеева // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2010. – № 4. – С. 9 – 10.

21. Бородіна О.М. Корегування політики державної підтримки сільського господарства України / О.М. Бородіна, О.М. Могильний // Економіка АПК, 2007. – № 6. – С. 55 – 61.

22. Пантелеева О.И. Изменения политики развития сельских территорий в развитых странах: возможные решения для России / О.И. Пантелеева // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2010. – №7. – С. 19 - 22.

23. United States Department of Agriculture [Электронный ресурс] – Режим доступу: <https://www.usda.gov/>

24. Закон України «Про затвердження Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року» [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1158-2007-%D0%BF/page4>

25. Rural Development policy 2007-2013 : [Електронний ресурс] / Режим доступу : http://ec.europa.eu/agriculture/rurdev/index_en.htm.

26. New perspectives for EU rural development [Електронний ресурс] / Режим доступу : http://ec.europa.eu/agriculture/publi/fact/rurdev/refprop_en.pdf.
27. Колесников В.І. Світовий досвід розвитку сільських територій/ В. І. Колесников [Електронний ресурс] // Ефективна економіка. – 2014. – № 4. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2956>
28. Аграрна реформа в Україні (здобутки, проблеми і шляхи їх вирішення) / П.Т. Саблук, В.Я. Месель-Веселяк, М.М. Федоров // Економіка АПК. – 2009. – № 12. – С. 3-13.
29. Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://agroua.net/docs/strateg.pdf>.
30. Офіційний сайт Міністерства аграрної політики та продовольства України. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://www.minagro.gov.ua>.
31. R.S. Loomis, R. Rabbinge, E.N. «Explanatory models in crop physiology» / Ann. Rev. Plant Physiol., 30 (1979). – pp. 339-367.
32. J.B. Passioura «Simulation models: science, snake oil, education, or engineering» / Agron. J., 88 (5) (1996). – pp. 690-694.
33. K.J. Boote, J.W. Jones, N.B. Pickering «Potential uses and limitations of crop models» / Agron. J., 88 (5) (1996). – pp. 704-716.
34. B.A.M. Bouman, H. van Keulen, H.H. van Laar, R. Rabbinge «The 'school of de wit' crop growth simulation models: a pedigree and historical overview» / Agric. Syst., 52 (2–3) (1996). – pp. 171-198.
35. M.K. van Ittersum, P.A. Leffelaar, H. van Keulen, M.J. Kropff, L. Bastiaans, J. Goudriaan «On approaches and applications of the Wageningen crop models» / Eur. J. Agron., 18 (2003). – pp. 201-234.
36. J.T. Ritchie «Specifications of the ideal model for predicting crop yields» / R.C. Muchow, J.A. Bellamy // Climatic Risk in Crop Production: Models and Management for the Semi-arid Tropics and Subtropics, Proc. Intl. Symposium, St. Lucia, Brisbane, Queensland, Australia. July 2–6, 1990, C.A.B. International, Wallingford, U.K. (1991). – pp. 97-122.

37. R.L. McCown, G.L. Hammer, J.N.G. Hargreaves, D.P. Holzworth, D.M. Freebairn «APSIM: a novel software system for model development, model testing and simulation in agricultural systems research» / *Agric. Syst.*, 50 (1996). – pp. 255-271.
38. M.K. Van Ittersum, R. Rabbinge, H.C. Van Latesteijn «Exploratory land use studies and their role in strategic policy making» / *Agric. Syst.*, 58 (1998). – pp. 309-330.
39. G.D. Farquhar, S. von Caemmerer, J.A. Berry «A biochemical model of photosynthetic CO₂ assimilation in leaves of C₃ species» / *Planta*, 149 (1980). – pp. 78-90.
40. L.A. Richards «Capillary conduction of liquids through porous mediums» / *Physics*, 1 (5) (1931). – pp. 318-333.
41. T.M. Addiscott, R.J. Wagenet «Concepts of solute leaching in soils: a review of modeling approaches» / *J. Soil Sci.*, 36 (1985). – pp. 411-424.
42. J.T. Ritchie, G. Alagarswamy «Overview of crop models for assessment of crop production» / O.C. Doering III, J.C. Randolph, J. Southworth, R.A. Pfeifer // *Effects of Climate Change and Variability on Agricultural Production Systems*, Kluwer Academic Publishing, Dordrecht, The Netherlands (2002).
43. R.G. Allen, L.S. Pereira, D. Raes, M. Smith «Crop evapotranspiration — guidelines for computing crop water requirements» / *FAO Irrigation and Drainage Paper 56*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy (1998).
44. «Uncertainty in simulating wheat yields under climate change» / *Nat. Clim. Chang.*, 3 (2013). – pp. 827-832, [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.nature.com/articles/nclimate1916>.
45. «How do various maize crop models vary in their responses to climate change factors?» / *Glob. Chang. Biol.*, 20 (7) (2014). – pp. 2301-2320 [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gcb.12520>.

46. P.K. Thornton, M. Herrero «Integrated crop-livestock simulation models for scenario analysis and impact assessment» / *Agric. Syst.*, 70 (2001). – pp. 581-602.
47. L.M. Thompson «Weather and technology in the production of corn in the US Corn Belt» / *Agron. J.*, 61 (3) (1969). – pp. 453-456.
48. J. Tack, A. Barkley, L.L. Nalley «Effect of warming temperatures on U.S. wheat yields» / *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 112 (22) (2015). – pp. 6931-6936.
49. J.M.M. Antle, S.M. Capalbo «Econometric process models for integrated assessment of agricultural production systems» / *Am. J. Agric. Econ.*, 83 (2) (2001). – pp. 389-401.
50. D. Wallach, D. Makowski, J.W. Jones, F. Brun «Working with Dynamic Crop Models: Methods, Tools and Examples for Agriculture and Environment» / Academic Press, Waltham, MA (2014).
51. J.W.G. Jones, C.H. Hoogenboom «The DSSAT cropping system model» / *Eur. J. Agron.*, 18 (3–4) (2003). – pp. 235-265.
52. B.A. Keating, P.S. Carberry «An overview of APSIM, a model designed for farming systems simulation» / *Eur. J. Agron.*, 18 (2003). – pp. 267-288.
53. C.O. Stöckle, M. Donatelli, R. Nelson «CropSyst, a cropping systems simulation model» / *Eur. J. Agron.*, 18 (2003). – pp. 289-307.
54. J.R. Williams, K.G. Renard, P.T. Dyke «EPIC: a new method for assessing erosion's effect on soil productivity» / *J. Soil Water Conserv.*, 38 (5) (1983). – pp. 381-383.
55. K.A. Dzotsi, B. Basso, J.W. Jones «Development, uncertainty and sensitivity analysis of the simple SALUS crop model in DSSAT» / *Ecol. Model.*, 260 (2013). – pp. 62-76.
56. M. Herrero «Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems» / *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 110 (52) (2013). – pp. 20888-20893.

57. M. Rufino, M. Herrero «Lifetime productivity of dairy cows in smallholder systems in the highlands of Kenya» / *J. Anim. Sci.*, 3 (2009). – pp. 1044-1056.
58. R. Ruiz «The effect of a ruminal nitrogen (N) deficiency in dairy cows: evaluation of the Cornell net carbohydrate and protein system ruminal N deficiency adjustment» / *J. Dairy Sci.*, 85 (2002). – pp. 2986-2999.
59. M. Freer, A.D. Moore, J.R. Donnelly «GRAZPLAN: decision support systems for Australian grazing enterprises. I. Overview of the GRAZPLAN project and a description of the MetAccess and LambAlive DSS» / *Agric. Syst.*, 54 (1997). – pp. 57-76.
60. P.J. Gerber, A. Uwizeye, R.P.O. Schulte, C.I. Opio, I.J.M. de Boer «Nutrient use efficiency: a valuable approach to benchmark the sustainability of nutrient use in global livestock production?» / *Curr. Opin. Environ. Sustain.*, 9–10 (2014). – pp. 1-140.
61. M. Herrero «IMPACT: generic household-level databases and diagnostics tools for integrated crop–livestock systems analysis» / *Agric. Syst.*, 92 (2007). – pp. 240-265.
62. J. Vayssières, F. Guerrin, J.M. Paillat, P. Lecomte «GAMEDE: a global activity model for evaluating the sustainability of dairy enterprises part I — whole-farm dynamic model» / *Agric. Syst.*, 101 (2009). – pp. 128-138.
63. S. Lisson «A participatory, farming systems approach to improving Bali cattle production in the smallholder crop-livestock systems of Eastern Indonesia» / *Agric. Syst.*, 103 (2010). – pp. 486-497.
64. D. Rodriguez, H. Cox, P. deVoil, B. Power «A participatory whole farm modeling approach to understand impacts and increase preparedness to climate change in Australia» / *Agric. Syst.*, 126 (2014). – pp. 50-61.
65. M.T. van Wijk «Identifying key entry-points for strategic management of smallholder farming systems in sub-Saharan Africa using the dynamic farm-scale simulation model NUANCES-FARMSIM» / *Agric. Syst.*, 102 (2009). – pp. 89-101

66. M. van Wijk «Farm household models to analyse food security in a changing climate: a review» / *Glob. Food Secur.*, 3 (2014). –pp. 77-84.
67. S. Janssen «Towards a new generation of agricultural system models, data, and knowledge products: building an open web-based approach to agricultural data, system modeling and decision support» / *Agric. Syst.*, 155 (2017). – pp. 200-212.
68. C. Rosenzweig «Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison» / *Proc. Natl. Acad. Sci.* (2013).
69. R.L. McCown «Changing systems for supporting farmers' decisions: problems, paradigms, and prospects» / *Agric. Syst.*, 74 (2002). – pp. 179-220.
70. J. He «Identifying irrigation and nitrogen best management practices for sweet corn production on sandy soils using CERES-maize model» / *Agric. Water Manag.*, 109 (2012). – pp. 61-70.
71. B. Basso, D. Cammarano, D. Fiorentino, J.T. Ritchie «Wheat yield response to spatially variable nitrogen fertilizer in Mediterranean environment» / *Eur. J. Agron.*, 51 (2013). – pp. 65-70.
72. J. Elliott «Constraints and potentials of future irrigation water availability on agricultural production under climate change» / *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 111 (9) (2014). – pp. 3239-3244.
73. J.M. Antle «Towards a new generation of agricultural system models, data, and knowledge products: model design, improvement and implementation» / *Agric. Syst.*, 155 (2017). – pp. 255-268.
74. Royal Society «Resilience to extreme weather» / 1London, UK. – Royal Society Science Policy Centre Report 02/14 (2014). – 24 p.
75. R. Montella «FACE-IT: a science gateway for food security research, Concurrency and Computation: Practice and Experience» (2015).
76. Карпов Ю. Г. Имитационное моделирование систем Введение в моделирование с AnyLogic 5 / Ю. Г. Карпов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.

77. Маничева А. С. Проблемы математического и имитационного моделирования взаимодействия участников на примере агропродовольственного (зернового) рынка [Электронный ресурс] / А. С. Маничева // Теория систем. – 2015. – № 79. – Режим доступа: <http://uecs.ru/teoriya-sistem/item/3646-2015-07-16-07-55-56>.

78. Меджибовська Н.С. Каратнюк А.М. Агентное моделирование как средство прогноза сценариев развития сельскохозяйственного рынка украины. Тези доповідей VI Міжнародної науково-методичної конференції “Моделювання економіки: проблеми, тенденції, досвід”, Вінниця, 24-25 вересня 2015.

79. Державна Служба Статистики України [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>